

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-182558

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl.

H01J 37/244

H01J 37/141

H01J 37/145

(21)Application number : 10-356224

(71)Applicant : JEOL LTD

(22)Date of filing : 15.12.1998

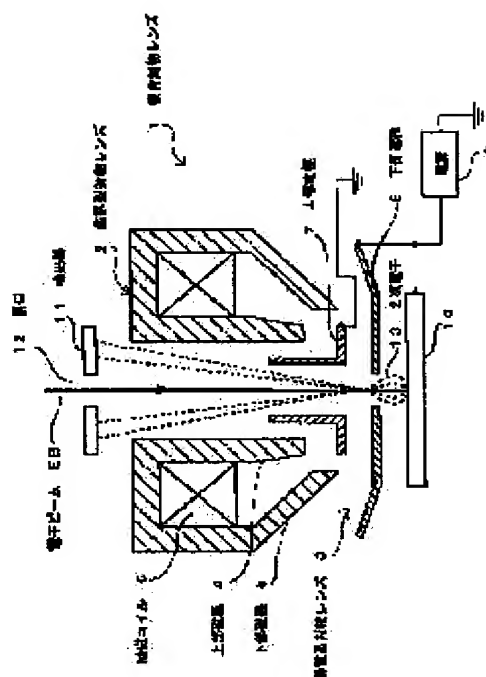
(72)Inventor : MIYOKAWA TOSHIAKI

(54) SCANNING ELECTRON MICROSCOPE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a scanning electron microscope capable of increasing detection efficiency of secondary electrons in a simple constitution.

SOLUTION: A secondary electron detector 11 is placed on a composite object lens 1, the inner diameter of a lower magnetic pole 5 of a magnetic field type object lens 2 is made larger than that of an upper magnetic pole 4, and the inner diameter of an upper electrode 7 of a electrostatic type object lens 3 which comprises an upper electrode 7 of a ground potential and a lower electrode 8 of a negative potential is made larger than that of a lower electrode 8 of the lens 3.



F-2200
E-2201
 CR5

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-182558

(P2000-182558A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 1 J 37/244
 37/141
 37/145

識別記号

F 1

H 0 1 J 37/244
 37/141
 37/145

テマコード* (参考)

5 C 0 3 3

A

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-356224

(22) 出願日

平成10年12月15日 (1998. 12. 15)

(71) 出願人 000004271

日本電子株式会社

東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号

(72) 発明者 御代川 俊明

東京都昭島市武蔵野 3 丁目 1 番 2 号 日本
 電子株式会社内

(74) 代理人 100085187

弁理士 井島 藤治 (外 1 名)

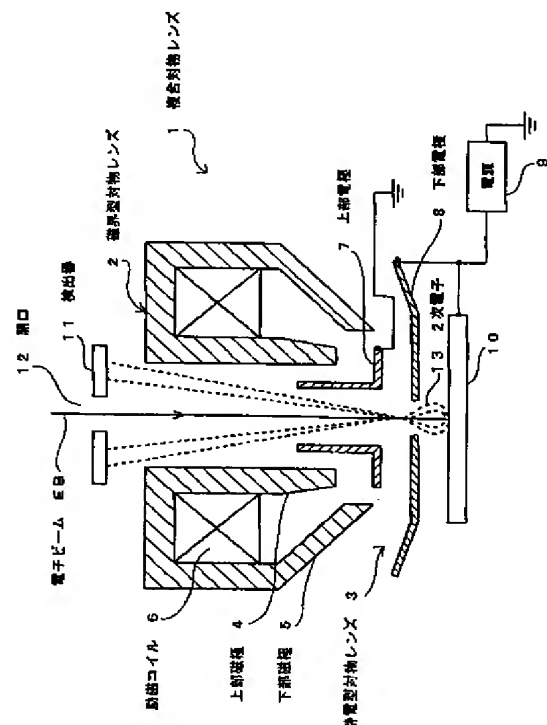
F ターム (参考) 5C033 DD04 DD09 DD10 NN01 NP01
 NP05

(54) 【発明の名称】 走査電子顕微鏡

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で 2 次電子の検出効率を高めることができる走査電子顕微鏡を実現する。

【解決手段】 複合対物レンズ 1 の上部に 2 次電子検出器 11 を配置し、磁界型対物レンズ 2 の下部磁極 5 の内径を上部磁極 4 の内径より大きくすると共に、接地電位の上部電極 7 と負電位の下部電極 8 とより構成される静電型対物レンズ 3 の上部電極 7 の内径を下部電極 8 の内径より大きくする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電子銃からの電子ビームを対物レンズによって試料上に細く集束すると共に、試料上で電子ビームを 2 次元的に走査し、この走査に基づいて試料から得られた信号に基づいて試料像を陰極線管上に表示するようにした走査電子顕微鏡において、対物レンズを磁界型対物レンズと磁界型対物レンズの形成する磁場内に配置された静電型対物レンズとにより構成された複合レンズとし、複合対物レンズの上部に 2 次電子検出器を配置し、磁界型対物レンズの下部磁極内径を上部磁極内径より大きくすると共に、静電型対物レンズを接地電位の上部電極と負電位の下部電極とより構成し、この上部電極の内径を下部電極の内径より大きくしたことを特徴とする走査電子顕微鏡。

【請求項 2】 磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比が 1.2 ~ 2.0 の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 3】 静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比が 3 ~ 12 の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【請求項 4】 磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比が 1.2 ~ 2.0 の範囲であり、静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比が 3 ~ 12 の範囲であることを特徴とする請求項 1 記載の走査電子顕微鏡。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、試料上で電子ビームを 2 次元的に走査し、試料からの 2 次電子を効率良く検出して試料の走査像を得るようにした走査電子顕微鏡に関する。

【0002】

【従来の技術】 走査電子顕微鏡では、電子銃から発生し加速された電子ビームをコンデンサレンズと対物レンズによって集束し、試料上に照射すると共に、試料上で電子ビームを 2 次元的に走査し、試料から発生した 2 次電子や反射電子を検出し、検出信号を陰極線管に供給して試料の走査像を得るようにしている。

【0003】 このような走査電子顕微鏡において、試料に収差の小さな電子ビームを照射して高い分解能の像を観察すること、そして、試料から発生した 2 次電子を効率良く 2 次電子検出器に導くことは重要であり、そのための改良が種々行われている。

【0004】 特開平 6-188294 号に記載された先願の発明においては、試料の上に第 1 の磁界型対物レンズを配置し、更にその磁界型対物レンズの形成する磁場内に複数の電極より成る静電型対物レンズを配置している。このように磁界型対物レンズと静電型対物レンズの形成する磁場と電場によってビームを集束することにより、低い加速電圧の一次電子ビームであっても小さな

収差係数とすることができる。

【0005】 更にこの先願の発明においては、試料の下に磁界型電子レンズを配置し、一次電子ビームの集束作用を高めると共に、試料から発生した 2 次電子を光軸上に集束させ、多くの 2 次電子を対物レンズの上部に設けた 2 次電子検出器に導くように構成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 上記した先願の発明においては、一次電子ビームの収差係数を小さくできると共に 2 次電子の検出効率を高めることが可能ではあるが、試料の上部に磁界型電子レンズと静電型電子レンズの組み合わせを配置し、試料の下部に更に磁界型電子レンズを配置する複雑な構成となっており、装置が高価となる欠点を有している。

【0007】 本発明は、このような点に鑑みてなされたもので、その目的は、簡単な構成で 2 次電子の検出効率を高めることができる走査電子顕微鏡を実現するにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】 第 1 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子銃からの電子ビームを対物レンズによって試料上に細く集束すると共に、試料上で電子ビームを 2 次元的に走査し、この走査に基づいて試料から得られた信号に基づいて試料像を陰極線管上に表示するようにした走査電子顕微鏡において、対物レンズを磁界型対物レンズと磁界型対物レンズの形成する磁場内に配置された静電型対物レンズとにより構成された複合レンズとし、複合対物レンズの上部に 2 次電子検出器を配置し、磁界型対物レンズの下部磁極内径を上部磁極内径より大きくすると共に、静電型対物レンズを接地電位の上部電極と負電位の下部電極とより構成し、この上部電極の内径を下部電極の内径より大きくして試料からの 2 次電子の検出効率を向上させる。

【0009】 第 2 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比を 1.2 ~ 2.0 の範囲としたことを特徴としている。

【0010】 第 3 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比を 3 ~ 12 の範囲としたことを特徴としている。

【0011】 第 4 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比を 1.2 ~ 2.0 の範囲とし、静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比を 3 ~ 12 の範囲としたことを特徴としている。

【0012】

【発明の実施の形態】 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図 1 は本発明に基づく走査電子顕微鏡の対物レンズ部分を示しており、対物レンズ

1は磁界型対物レンズ2と静電型対物レンズ3との複合対物レンズとなっている。磁界型対物レンズ2は上部磁極4と下部磁極5と励磁コイル6とより構成されており、励磁コイル6には図示していない励磁電源より励磁電流が供給される。

【0013】静電型対物レンズ3は、上部電極7と下部電極8とより構成されており、上部電極7は接地電位に、下部電極8には電源9より負電位が印加されるように構成されている。複合対物レンズ1の下部には、試料10が配置されており、試料10には電源9から負電位が印加される。

【0014】複合対物レンズ1の上部には、ドーナツ状の2次電子検出器11が配置されており、検出器11の開開口部12を通して一次電子ビームEBが照射される。このような構成の動作を次に説明する。

【0015】図示していない電子銃1から発生し加速された一次電子ビームは、コンデンサレンズ（図示せず）と複合対物レンズ1とによって試料10上に細く集束される。この際、一次電子ビームEBは、複合対物レンズ1の磁界型対物レンズ2と静電型対物レンズ3とによって集束され、収差の小さな電子ビームが試料10に照射される。

【0016】ここで、静電型対物レンズ3の上部電極7は接地電位とされ、下部電極8と試料10には電源9から負電位が印加されている。例えば、一次電子ビームの加速電圧が10kVの場合、下部電極8と試料10にはそれぞれ-9kVが印加される。この結果、上部電極7と下部電極8との間には一次電子ビームEBに対して減速電界が形成され、試料10には結果として加速電圧1kVの一次電子ビームが照射される。

【0017】したがって、対物レンズ1において一次電子ビームは高い加速電圧で集束作用を受けることから、一次電子ビームを収差が小さい状態で細く集束させることが可能となると共に、試料10には低い加速電圧で一次電子ビームが照射されることから、試料10が半導体や絶縁物試料の場合には、試料の帯電を著しく少なくすることができる。もちろん、試料に照射される一次電子ビームの加速電圧が低くされていることから、試料の一次電子ビームによるダメージも小さくすることができる。

【0018】試料10に照射される一次電子ビームEBは図示していない偏向器によって2次元的に走査される。試料10への一次電子ビームの照射によって発生した2次電子13は、上部電極7と下部電極8との間の電界によって加速され、磁界型対物レンズ2と静電型対物レンズ3のレンズ作用により集束作用を受けて光軸方向に集められ、対物レンズ1の中心部を通して上方に導かれる。

【0019】対物レンズ1の上部に取り出された2次電子13は、ドーナツ状の2次電子検出器11によって検

出される。検出器11の検出信号は、図示していない陰極線管に供給されることから、陰極線管上には走査2次電子像が表示される。

【0020】上記したように、図1の構成の複合対物レンズ1では、一次電子ビームEBを小さな収差で細く集束することができると共に、試料10からの2次電子を効率良く集めて2次電子検出器11に導くことができる。

【0021】ところで、本発明者は、複合対物レンズ1を構成する磁界型対物レンズ2、静電型対物レンズ3の形状について種々検討を加えたところ、磁界型対物レンズ2を構成する上部磁極4の内径と下部磁極5の内径との比、静電型対物レンズ3を構成する上部電極7の内径と下部電極8の内径との比が、2次電子検出器11における2次電子検出効率に大きな影響を与えることを見出した。

【0022】すなわち、複合対物レンズ1の上部に2次電子検出器11を配置し、磁界型対物レンズ2の下部磁極5の内径を上部磁極4の内径より大きくすると共に、接地電位の上部電極7と負電位の下部電極8とより構成される静電型対物レンズ3の上部電極7の内径を下部電極8の内径より大きくすることにより、2次電子の検出効率を高めることができることを見出した。

【0023】ここで、図2に示すように、磁界型対物レンズ2の上部磁極4の内径をDM1、下部磁極5の内径をDM2、静電型対物レンズ3の上部電極7の内径をDE1、下部電極8の内径をDE2とし、コンピュータシミュレーションにより各内径の値を変化させて2次電子検出器11における2次電子の検出効率を求めた。DE1/DE2の値が3~12における結果の一例を図3の表に示す。

【0024】図3の表において、aのケースではDE1/DE2の値が1.0でDM2/DM1の値が2.1の時、2次電子の検出効率は46%であった。bのケースでは、DE1/DE2の値が1.0でDM2/DM1の値が3.0の時、2次電子の検出効率は48%であった。cのケースではDE1/DE2の値が2.4でDM2/DM1の値が2.1の時、2次電子の検出効率は50%であった。

【0025】また、dのケースではDE1/DE2の値が3.0でDM2/DM1の値が2.1の時、2次電子の検出効率は64%であった。eのケースではDE1/DE2の値が4.0でDM2/DM1の値が2.1の時、2次電子の検出効率は65%であった。fのケースではDE1/DE2の値が1.25でDM2/DM1の値が2.1の時、2次電子の検出効率は66%であった。

【0026】更に、gのケースではDE1/DE2の値が4.0でDM2/DM1の値が1.5の時、2次電子の検出効率は72%であった。hのケースではDE1/

DE 2 の値が 4.0 で DM 2 / DM 1 の値が 1.3 の時、2 次電子の検出効率は 74 % であった。i のケースでは DE 1 / DE 2 の値が 4.0 で DM 2 / DM 1 の値が 1.44 の時、2 次電子の検出効率は 76 % であった。

【0027】また更に、j のケースでは DE 1 / DE 2 の値が 6.0 で DM 2 / DM 1 の値が 1.44 の時、2 次電子の検出効率は 71 % であった。k のケースでは DE 1 / DE 2 の値が 10.8 で DM 2 / DM 1 の値が 1.27 の時、2 次電子の検出効率は 71 % であった。

【0028】図 4 は縦軸を DE 1 / DE 2、横軸を DM 2 / DM 1 とし、上記した各シミュレーションの結果をプロットしたものである。この図 3、図 4 から下部磁極の内径は上部磁極の内径より大きいこと、特に、下部磁極の内径 DM 2 は、上部磁極の内径 DM 1 の 1.2 倍程度乃至 1.5 倍程度であれば、顕著に 2 次電子の検出効率が向上することが導かれる。なお、DM 2 / DM 1 の値があまり大きくなってもそれ程の効果が得られないことも判明した。

【0029】また、静電型対物レンズ 3 の上部電極 7 の内径 DE 1 は、下部電極 8 の内径 DE 2 より大きいこと、特に、その比が 3 倍以上であれば、顕著に 2 次電子の検出効率が向上することが導かれる。

【0030】

【発明の効果】第 1 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、電子銃からの電子ビームを対物レンズによって試料上に細く集束すると共に、試料上で電子ビームを 2 次元的に走査し、この走査に基づいて試料から得られた信号に基づいて試料像を陰極線管上に表示するようにした走査電子顕微鏡において、対物レンズを磁界型対物レンズと磁界型対物レンズの形成する磁場内に配置された静電型対物レンズとにより構成された複合レンズとし、複合対物レンズの上部に 2 次電子検出器を配置し、磁界型対物レンズの下部磁極内径を上部磁極内径より大きくすると共に、静電型対物レンズを接地電位の上部電極と負電位の下部電極とより構成し、この上部電極の内径を下部電極の内径より大きくした。この結果、簡単な構成で試料からの 2 次電子の検出効率を向上させることができる。

【0031】第 2 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比を 1.2 ~ 2.0 の範囲としたことを特徴としており、試料からの 2 次電子の検出効率を向上させることができる。

【0032】第 3 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比を 3 ~ 12 の範囲としたことを特徴としており、試料からの 2 次電子の検出効率を向上させることができる。

【0033】第 4 の発明に基づく走査電子顕微鏡は、第 1 の発明において、磁界型対物レンズの下部磁極内径と上部磁極内径との比を 1.2 ~ 2.0 の範囲とし、静電型対物レンズの上部電極内径と下部電極内径との比を 3 ~ 12 の範囲としたことを特徴としており、試料からの 2 次電子の検出効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に基づく走査電子顕微鏡の要部を示す図である。

【図 2】磁界型対物レンズと静電型対物レンズ部分の拡大図である。

【図 3】2 次電子の検出効率のコンピュータシミュレーション結果を示す表である。

【図 4】図 3 のシミュレーション結果を縦軸を DE 1 / DE 2、横軸を DM 2 / DM 1 としたグラフ上にプロットした結果を示す図である。

【符号の説明】

- 1 複合対物レンズ
- 2 磁界型対物レンズ
- 3 静電型対物レンズ
- 4 上部磁極
- 5 下部磁極
- 6 励磁コイル
- 7 上部電極
- 8 下部電極
- 9 電源
- 10 試料
- 11 2 次電子検出器

The diagram illustrates the internal components of a scanning electron microscope. An electron beam (EB) is emitted from a source (12) through an aperture (11) and passes through a combined deflection lens (1). It then passes through a magnetic deflection lens (2) and a static deflection lens (3). The beam strikes a specimen (10), which is mounted on a base (9). Secondary electrons (13) are emitted from the specimen and are collected by an upper electrode (7) and a lower electrode (8). The secondary electrons are then amplified by a detector (11) and sent to a power source (9). The specimen is held in place by a magnetic coil (6) and a magnetic core (4, 5). The entire system is powered by a power source (9).

電子ビーム EB

12 開口

11 検出器

2 磁界型対物レンズ

1 複合対物レンズ

6 励磁コイル

4 上部磁極

5 下部磁極

3 静電型対物レンズ

7 上部電極

8 下部電極

13 二次電子

10

9 電源

Figure 1 is a schematic diagram of a magnetic field measurement apparatus. The apparatus includes a sample (10) positioned between two sets of magnetic poles (4 and 5) and two sets of electrodes (7 and 8). The magnetic poles are labeled "上部磁極" (Upper Magnetic Pole) and "下部磁極" (Lower Magnetic Pole). The electrodes are labeled "上部電極" (Upper Electrode) and "下部電極" (Lower Electrode). Dashed lines indicate the magnetic field lines (DM1, DM2) and the electric field lines (DE1, DE2) passing through the sample.

【図3】

	DE1	DE2	DE1/DE2	DM1	DM2	DM2/DM1	検出効率
a	5	5	1.0	20	42	2.1	46%
b	5	5	1.0	14	42	3.0	48%
c	12	6	2.4	20	42	2.1	60%
d	12	4	3.0	20	42	2.1	64%
e	12	3	4.0	20	42	2.1	65%
f	5	4	1.25	20	42	2.1	66%
g	12	3	4.0	20	30	1.5	72%
h	12	3	4.0	20	26	1.3	74%
i	12	3	4.0	18	26	1.44	76%
j	16	2.6	6.0	18	26	1.44	71%
k	27	2.6	10.8	30	38	1.27	71%

【図4】

